

## 明 細 書

## 交流電動機の制御方法及び制御装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、瞬停時において交流電動機を運転継続させることを特徴とする交流電動機の制御方法及び装置に関する。

## 背景技術

[0002] 従来のインバータの瞬停時運転継続方法として、例えば特許第3201460号公報(特許文献1)には、停電検出信号によりインバータは減速を開始させ、減速中は直流中間電圧が一定となるように、直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算し、前記2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御し、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇したときに、減速を停止し、通常制御に復帰する方法が提案されている。

また、電動機の停電時処理方法としては、例えば特開平11-308894号公報(特許文献2)には、電動機の停電時処理方法において、通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{U1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{U0}$ と、下限許容電圧 $V_{U0}$ より低く電圧値下限 $V_{U1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ とを各々設定し、電動機運転中に直流中間電圧検出手段からの直流中間電圧の検出値 $V_{PN}$ が停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ より低くなった時に電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えるまで減速し、下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰する方法が提案されている。

特許文献1:特許第3201460号

特許文献2:特開平11-308894号公報

## 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

[0003] 上述した特許文献1において提案されたインバータの瞬停時運転継続方法では、直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し直流中間電圧の変化率よ

り減速レート2を演算し、2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御し、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇したときに、減速を停止し、通常制御に復帰するようにしている。

しかしながらその方法では、通常制御に復帰した際に、停電前の出力周波数と停電して減速した出力周波数との間に大きな差が発生し、出力周波数指令に一致するように急加速したり、大きなトルク指令が出たりして、交流電動機を安定に運転継続できないという問題がある。

一方、特許文献2において提案された電動機の停電時処理方法では、直流中間電圧の検出値 $V_{PN}$ が停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ より低くなった時に電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えるまで減速し、下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰するようにしている。通常制御に復帰した際に、停電前の出力周波数と停電して減速した出力周波数との間に大きな差が発生し、出力周波数指令に一致するように急加速したり、大きなトルク指令が出たりして、交流電動機を安定に運転継続できないという問題がある。

そこで、本発明は、瞬停が発生した時の出力周波数を記憶しておき、通常制御に復帰できる直流中間電圧になった場合に、瞬停前の出力周波数に一致するまでは、別に設定された加速時間で加速することまたは、瞬停前の出力周波数に一致するまではトルク指令を与えられた電動側のトルクリミット値で制御することにより、瞬停時においても交流電動機を安定に運転継続することができる交流電動の制御方法及び装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0004] 上記問題点を解決するため請求項1記載の本発明は、交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する平滑コンデンサと直流中間電圧をPWM制御によりトルク指令に応じた周波数と電圧の交流に変換するインバータ部とからなる電力変換器と、予め、電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値とを設定し、これらのトルクリミット値で前記トルク指令を制限し、前記インバータ部へのPWMスイッチングパターンを生成して前記交流電動機を制御する交流電動機の制御方法において、

前記電力変換器に設けた停電検出手段により交流電源の停電を検出し、前記停電検出手段からの停電検出信号によりインバータ部に減速開始指令を出力し、交流電動機の減速中は直流中間電圧が一定となるように直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し、直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算し、前記2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御し、前記減速時間に追従して減速するようにトルク指令を演算し、直流中間電圧検出値の大きさに応じて、前記電動側及び回生側のトルクリミット値の大きさを変化させ、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする。

[0005] また請求項2記載の発明は、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする。

[0006] また請求項3記載の発明は、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた電動側のトルクリミット値で前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限することを特徴とする。

[0007] また請求項4記載の発明は、交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する平滑コンデンサと直流中間電圧をPWM制御によりトルク指令に応じた周波数と電圧の交流に変換するインバータ部とからなる電力変換器と、予め、電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値とを設定し、これらのトルクリミット値で前記トルク指令を制限し、前記インバータ部へのPWMスイッチングパターンを生成して前記交流電動機を制御する交流電動機の制御装置において、

交流電源の停電を検出する停電検出手段と、前記停電検出手段からの停電検出信号によりインバータ部に減速開始指令を出力し、交流電動機の減速中は直流中間電圧が一定となるように直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し、直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算する手段と、前記2つの減速レートを

乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御する手段と、前記減速時間に追従して減速するようにトルク指令を演算し、直流中間電圧検出値の大きさに応じて、前記電動側及び回生側のトルクリミット値の大きさを変化させる手段と、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると減速を停止する手段と、通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶する手段とからなることを特徴とする。

[0008] また請求項5記載の発明は、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする。

[0009] また請求項6記載の発明は、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた電動側のトルクリミット値で前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限することを特徴とする。

[0010] また請求項7記載の発明は、交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する平滑コンデンサと直流中間電圧をPWM制御によりトルク指令に応じた周波数と電圧の交流に変換するインバータ部とからなる電力変換器と、

予め、電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値とを設定し、これらのトルクリミット値で前記トルク指令を制限し、前記インバータ部へのPWMスイッチングパターンを生成し、通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{u1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{u0}$ と、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ より低く前記電圧値下限 $V_{u1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ とを各々設定し、前記交流電動機運転中に前記直流中間電圧検出回路からの前記直流中間電圧の検出値が前記停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ より低くなった時に前記交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰するシーケンスで交流電動機を制御する交流電動機の制御方法において、

前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶することを特徴とする。

[0011] また請求項8記載の発明は、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする。

[0012] また請求項9記載の発明は、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた電動側のトルクリミット値で前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限することを特徴とする。

[0013] また請求項10記載の発明は、交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する平滑コンデンサと直流中間電圧をPWM制御によりトルク指令に応じた周波数と電圧の交流に変換するインバータ部とからなる電力変換器と、予め、電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値とを設定し、これらのトルクリミット値で前記トルク指令を制限し、前記インバータ部へのPWMスイッチングパターンを生成し、通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{u1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{u0}$ と、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ より低く前記電圧値下限 $V_{u1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ とを各々設定し、前記交流電動機運転中に前記直流中間電圧検出回路からの前記直流中間電圧の検出値が前記停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ より低くなった時に前記交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰するシーケンスで交流電動機を制御する交流電動機の制御装置において、

前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶する記憶手段を備えることを特徴とする。

[0014] また請求項11記載の発明は、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする。

[0015] また請求項12記載の発明は、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復

帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた電動側のトルクリミット値で前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限することを特徴とする。

- [0016] また請求項13記載の発明は、前記電力変換器に交流電源の停電を検出する停電検出手段を設け、この停電検出手段からの停電検出信号によりインバータ部に減速開始指令を出力し、交流電動機の減速中は直流中間電圧が一定となるように、直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し、直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算し、前記2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御し、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰することを特徴とする交流電動機の制御方法において、
- 停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする交流電動機の制御方法。

- [0017] また請求項14記載の発明は、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする。

- [0018] また請求項15記載の発明は、前記電力変換器に交流電源の停電を検出する停電検出手段を設け、この停電検出手段からの停電検出信号によりインバータ部に減速開始指令を出力し、交流電動機の減速中は直流中間電圧が一定となるように、直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し、直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算し、前記2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御し、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰するように前記減速時間に追従して減速するようにトルク指令を演算し、直流中間電圧検出値の大きさに応じて、前記電動側及び回生側のトルクリミット値の大きさを変化させ、前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限する交流電動機の制御装置において、

停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、

通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする。

[0019] また請求項16記載の発明は、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする。

[0020] また請求項17記載の発明は、通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{u1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{u0}$ と、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ より低く前記電圧値下限 $V_{u1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ とを各々設定し、前記交流電動機運転中に前記直流中間電圧検出回路からの前記直流中間電圧の検出値が前記停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ より低くなった時に前記交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰するシーケンスで交流電動機を制御する交流電動機の制御方法において、

前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする。

[0021] また請求項18記載の発明は、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする。

[0022] また請求項19記載の発明は、通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{u1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{u0}$ と、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ より低く前記電圧値下限 $V_{u1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ とを各々設定し、前記交流電動機運転中に前記直流中間電圧検出回路からの前記直流中間電圧の検出値が前記停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ より低くなった時に前記交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰するシーケンス手段を備えた交流電動機の制御装置において、

前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、停電検出前の出

力周波数を記憶しておくことを特徴とする。

- [0023] また請求項20記載の発明は、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする。

### 発明の効果

- [0024] 本発明の交流電動機の制御方法及び制御装置によれば、直流中間電圧のレベルに応じて、電動側のトルクリミット値及び回生側のトルクリミット値を設定することで、トルク指令を制限することにより、回生抵抗または回生エネルギーを電源に還すための装置を用いずに、直流中間電圧を一定に制御でき、瞬停時においても交流電動機を安定に運転継続することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0025] [図1]本発明における交流電動機の制御装置の第1の実施形態の構成を表すブロック図である。
- [図2]本発明における直流中間電圧 $V_{PN}$ と電動側及び回生側のトルクリミット値の関係を示す説明図である。
- [図3]本発明における第2の実施形態における直流中間電圧と電動側及び回生側のトルクリミット値の関係を示す説明図である。
- [図4]本発明における交流電動機の制御装置の第3の実施形態の構成を表すブロック図である。
- [図5]第3の実施形態における停電検出中の加減速時間と周波数指令を選択するシーケンス回路のブロック図である。
- [図6]本発明における交流電動機の制御装置の第4の実施形態の構成を表すブロック図である。
- [図7]本発明における第4の実施形態における直流中間電圧と電動側及び回生側のトルクリミット値の関係を示す説明図である。
- [図8]本発明における交流電動機の制御装置の第6の実施形態の構成を表すブロック図である。
- [図9]第6の実施形態における停電検出中の加減速時間と周波数指令と電動側のト



トルクリミット値を選択するシーケンス回路

## 符号の説明

- [0026] 1 電力変換器
- 11 コンバータ部
  - 12 平滑コンデンサ
  - 13 インバータ部
- 2 交流電動機
- 3 トルクリミット回路
- 4 電圧指令演算回路
- 5 スwitchングパターン発生回路
- 6 電圧検出回路
- 7 トルクリミット値演算回路
- 8 電磁接触器
- 8a 停電検出用接点
- 9 周波数設定器
- 10 加減速時間設定器
- 14 シーケンス回路
- 15 加減速時間制御回路
- 16 ソフトスタート
- 17 速度制御回路
- 18 第1のスイッチ手段
- 19 第2のスイッチ手段
- 20 第3のスイッチ手段
- 21 停電前の出力周波数記憶回路
- 22 エッジトリガ検出回路
- 23、24 OR回路
- 25、26 比較器

発明を実施するための最良の形態

[0027] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

### 実施例 1

[0028] 図1は本発明における交流電動機の制御装置の第1の実施形態の構成を示すブロック図、図2は本実施形態におけるトルクリミット回路における直流中間電圧とトルクリミット値との関係を示す説明図である。

本実施形態における交流電動機の制御装置は、三相交流電源から供給される三相交流をパワー素子により直流電圧に変換するコンバータ部11と変換した電圧を平滑するための平滑コンデンサ12と直流中間電圧をPWM制御方式により任意の周波数と電圧の交流に変換するインバータ部13から構成される電力変換器1と、インバータ部13から出力される交流により駆動される交流電動機2と、任意のトルク指令に対して、予め設定しておいた電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値の間になるようにトルク指令を制限するトルクリミット回路3と、トルクリミット回路3から出力されたトルク指令通りにトルクが出力されるような電圧指令を演算して出力する電圧指令演算回路4と、電圧指令演算回路4の出力から、電力変換器1のスイッチングパターンを決定するスイッチングパターン発生回路5と、平滑コンデンサ12の電圧である直流中間電圧 $V_{PN}$ を検出する電圧検出回路6と、電圧検出回路6の出力する直流中間電圧 $V_{PN}$ から、電動側のトルクリミット値 $T_L$ および回生側のトルクリミット値 $T_{GL}$ を演算し、トルクリミット回路3に設定しておくトルクリミット値演算回路7とを備えている。

通常、任意のトルク指令に対して、交流電動機2が接続される機械あるいは交流電動機2あるいは電力変換器1のいずれかにより交流電動機2が出力するトルクは制限されるため、予め電動側のトルクリミット値 $T_{L0}$ と回生側のトルクリミット値 $T_{GL0}$ を設定している。そして、このトルクリミット内で交流電動機2が制御される。

しかしながら、交流電動機2を急減速した場合や重力負荷や負荷機により出力周波数が上昇させられるような用途では、交流電動機2が回生トルクを発生し、その回生エネルギーが交流電動機2に戻ってきて、直流中間電圧 $V_{PN}$ が上昇する。この直流中間電圧 $V_{PN}$ がある設定レベル以上になると交流電動機が制御不能となったり、回路を破壊する恐れがあるため、直流中間電圧 $V_{PN}$ がその設定レベルより上昇しないようにしなければならない。

そのために、通常は平滑コンデンサ12と並列に抵抗を接続して、抵抗で電力を消費する回生抵抗を設けるか、または回生エネルギーを電源に還すための装置を用いるが、本発明では、回生抵抗または回生エネルギーを電源に還すための装置を用いずに、直流中間電圧 $V_{PN}$ の上昇を抑制し、瞬停等で直流中間電圧 $V_{PN}$ の下降が起こった場合には運転継続を行うように、直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルに応じて、電動側及び回生側のトルクリミット値を変更する。

具体的にトルクリミット値を設定する方法の例としては、図2のように直流中間電圧 $V_{PN}$ とトルクリミット値の関係を定義しておき、直流中間電圧のレベルに応じて、電動側及び回生側のトルクリミット値を制御する。

電動側のトルクリミット値は、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{UVH}$ より高い場合には、予め設定しておいた電動側のトルクリミット値 $T_{LO}$ となり、 $V_{UVL}$ 未満の場合、電動トルクを発生しないように電動トルクリミット値を0に設定する。また、 $V_{UVL}$ 以上 $V_{UVH}$ 未満の場合、直流中間電圧 $V_{PN}$ に比例して、電動側トルクリミット値は0から任意に設定したトルクリミット値 $T_{LI}$ に上げる。このように設定することにより、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{UVH}$ より下降するにつれて、漸次電動側のトルクリミット値を絞っていくので、直流中間電圧 $V_{PN}$ が下降するにつれて、さらなる直流中間電圧の下降を抑制することで、直流中間電圧 $V_{PN}$ が急激に低電圧にならずに運転継続することができる。

一方、回生側のトルクリミット値は、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{OVL}$ よりも低い場合には、予め設定しておいた回生側のトルクリミット値 $T_{GLO}$ となり、 $V_{OVH}$ 以上の場合、回生トルクを発生しないように回生トルクリミット値を0に設定する。また、 $V_{OVL}$ 以上 $V_{OVH}$ 未満の場合、直流中間電圧 $V_{PN}$ に比例して、回生トルクリミット値は任意に設定したトルクリミット値 $T_{GLI}$ から0に下げる。このように設定することにより、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{OVL}$ より上昇するにつれて、漸次回生側のトルクリミット値を絞っていくので、直流中間電圧 $V_{PN}$ が上昇するにつれて、さらなる直流中間電圧の上昇を抑制することで、直流中間電圧 $V_{PN}$ が急激に過大電圧にならずに運転継続することができる。

これにより、瞬停発生時には直流中間電圧が一定になるように制御でき、スムーズな運転継続が可能となる。

また、急減速指令時には、急減速中に直流中間電圧が $V_{OVL}$ レベル以下では、指令

された減速レート $\alpha_d$ で減速するが、直流中間電圧が $V_{OVL}$ 以上では直流中間電圧が上昇するにつれて、回生側トルクリミットが絞られてくるので、次第に減速レート $\alpha_d$ が緩やかになり、電力変換器が吸収できる回生レベルでの減速し、スムーズに減速できる。

また、負荷側から交流電動機を速度を上昇させられるような用途では、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{OVL}$ レベルに上昇するまでは、回生トルクを出力し速度精度を保つように速度制御するが、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{OVL}$ レベル以上になった場合、さらに直流中間電圧が上昇しないように、回生側トルクリミット値を絞るため、その分だけ交流電動機の速度が上昇し、速度精度が悪化する。しかしながら、本発明を適用することで、さらに直流中間電圧が上昇することはなくなり、スムーズに運転継続できる。そして、直流中間電圧が下降すれば、すぐに回生側のトルクリミット値が広げられるので、回生トルクが発生し、速度を一致させることができるようになる。

このように直流中間電圧レベルに応じて、回生側のトルクリミット値を制御すれば、回生抵抗や回生エネルギーを電源に還すための装置を具備しない電力変換器において、直流中間電圧が上昇した場合には、速度精度が悪化するが、過大電圧になることなくスムーズに運転継続することができる。

なお、本実施形態では図2のような直流中間電圧と電動側及び回生側のトルクリミット値の関係を示したが、任意に設定した電動側のトルクリミット値 $T_{L1}$ と $T_{L0}$ を一致させたり、任意に設定した回生側のトルクリミット値 $T_{GL1}$ と $T_{GL0}$ を一致させても良い。また、直流中間電圧に比例させるだけではなく、直流中間電圧が下降すれば電動側のトルクリミット値が0に近づき、直流中間電圧が上昇すれば回生側のトルクリミット値が0に近づくような関数であれば、任意の関数でも良い。また、機械のイナーシャや平滑コンデンサの容量とトルクの関係から次の直流中間電圧レベルを予測して、電動側及び回生側トルクリミット値を絞っていく方法が望ましい。

## 実施例 2

[0029] 図1に示す交流電動機の制御装置を用いた本発明の第2の実施形態について説明する。この実施形態においては、交流電動機2の運転が可能な直流中間電圧 $V_{PN}$ の電圧値下限 $V_{U1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力されたのと等価な直流

中間電圧 $V_{PN}$ の下限許容電圧 $V_{U0}$ と、この下限許容電圧 $V_{U0}$ より低く電圧値下限 $V_{U1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ とを設定しておく。そして、交流電動機運転中に直流中間電圧検出回路6からの直流中間電圧 $V_{PN}$ が、停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ より低くなった時に、交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で下限許容電圧下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えるまで減速し、下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰する交流電動機の制御方法である。

具体的にはトルクリミット回路3に、図3のような直流中間電圧 $V_{PN}$ とトルクリミット値の関係を定義しておく。電動側のトルクリミット値は、直流中間電圧 $V_{PN}$ が電圧値下限 $V_{U1}$ 未満の場合は0にし、直流中間電圧 $V_{PN}$ が電圧値下限 $V_{U1}$ から下限許容電圧 $V_{U0}$ の間では、0から任意に設定した値に徐々に広げるようにし、直流中間電圧 $V_{PN}$ が下限許容電圧 $V_{U0}$ 以上では、任意に設定した値にし、停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ と電圧値下限 $V_{U1}$ の間にある低電圧レベル $V_{U3}$ より直流中間電圧 $V_{PN}$ が小さい場合には、回生側のトルクリミット値を任意に設定された値とし、直流中間電圧 $V_{PN}$ が低電圧レベル $V_{U3}$ から下限許容電圧 $V_{U0}$ の間では任意に設定した値から0に徐々に絞るようにし、直流中間電圧 $V_{PN}$ が前記下限許容電圧 $V_{U0}$ 以上では0にする。

この実施形態においては、停電時の制御中は、直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルに応じて、電動側及び回生側のトルクリミット値を制限することで、直流中間電圧が一定になるように制御でき、スムーズな運転継続が可能となる。

なお、図3では任意の位置に低電圧レベル $V_{U3}$ を設定したが、停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ と一致させても良い。また、直流中間電圧 $V_{PN}$ に比例してトルクリミット値が変化するようにしているが、任意の関数を用いても良い。

また、下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰するようになっているが、停電時の制御中は、直流中間電圧 $V_{PN}$ が一定値となるように減速制御するため、停電前の出力周波数に比べて低い出力周波数で運転している。このため、出力周波数指令に一致しようとして、急加速したり、大きなトルク指令を出力して、再び停電条件となったり、交流電動機の速度が急変することでショックが発生し、スムーズな運転継続ができなくなる。そこで、本発明では停電検出時の出力周波数を予め記憶しておき、下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えて通常制御に復帰した場合には、前記記憶出力周波数

に一致するまでは予め設定しておいた加速時間でしか加速しないようにする。あるいは停電検出時の出力周波数を予め記憶しておき、下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えて通常制御に復帰した場合には、前記記憶出力周波数に一致するまでは予め設定しておいた電動側のトルクリミット値でトルク指令を制限することで急加速しないようにする。

以上のようにすることで、停電検出時においても交流電動機のスムーズな運転継続ができる。

### 実施例 3

[0030] 図4は本発明における交流電動機の制御装置の第3の実施形態の構成を示すブロック図、図5は停電検出中の加減速時間と周波数指令を選択するシーケンス回路のブロック図である。

図4において、本実施形態における交流電動機の制御装置は、三相交流電源(図示せず)から電磁接触器8を介して供給される三相交流をパワー素子により直流電圧に変換するコンバータ部11と変換した電圧を平滑するための平滑コンデンサ12と直流中間電圧をPWM制御方式により任意の周波数と電圧の交流に変換するインバータ部13から構成される電力変換器1と、インバータ部13から出力される交流により駆動される交流電動機2と、ソフトスタータから出力される周波数を基に電圧指令を演算して出力する電圧指令演算回路4と、電圧指令演算回路4の出力から、電力変換器1のスイッチングパターンを決定するスイッチングパターン発生回路5と、平滑コンデンサ12の電圧である直流中間電圧 $V_{PN}$ を検出する電圧検出回路6と、出力周波数を設定する周波数設定器9と、交流電動機2を停止状態から最高出力周波数まで加減速する際の加減速時間を設定する加減速時間設定器10と、電磁接触器8の停電検出用接点8aによる停電検出信号に基づいて停電を検出し停電検出中の減速時間と周波数指令を設定するシーケンス回路14と、停電検出中にPI制御で直流中間電圧 $V_{PN}$ が一定になるように減速時間を制御することと停電復帰後の加速時間を制御する加減速時間制御回路15と、設定された加減速時間で出力周波数の加減速を行うソフトスタータ16を備えている。

シーケンス回路14は、図5に示すように、電圧検出回路6からの低電圧検出出力(直流中間電圧 $V_{PN}$ が、設定されたUVレベル1よりも低いときに出力)あるいは電磁接

触器8の停電検出用接点8aからの停電検出出力に基づき出力される停電検出中信号により、第1のスイッチ手段18は周波数設定器9からの通常の周波数指令と停電時の周波数指令を切り替えてソフトスタータ16に出力し、第2のスイッチ手段19は加減速時間設定器10からの通常の減速時間と停電検出中の減速時間を選択して加減速時間制御回路15に出力するようになっている。また、エッジトリガ検出回路22は前記停電検出中信号が“0”から“1”に立ち上がる瞬間を検出し、停電前の出力周波数記憶回路21は前記エッジトリガ検出回路22が停電を検出したときの出力周波数を記憶する。第3のスイッチ手段20は前記停電検出中信号が“1”の間と停電検出信号が“0”となり、ソフトスタータから出力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致するまでは、加減速時間設定器10からの通常の加速時間と停電復帰後の加速時間を選択して加減速時間制御回路15に出力するようになっている。なお、図5において23、24はOR回路、25、26は比較器である。

次に、本実施形態の交流電動機の制御装置における停電検出中の運転継続制御方法について説明する。

いま、交流電源の瞬時停電が発生すると、電磁接触器8(図4)が開になり停電検出用接点が“1”となるか、又は平滑コンデンサ12の直流中間電圧がUVレベル $1V_{UV1}$ 以下になり直流中間電圧を検出する電圧検出回路6は停電を検出する。停電を検出すると、図5に示すように、停電検出用接点信号が“1”となるか、または電圧検出回路6の検出した直流中間電圧 $V_{PN}$ で検出した低電圧検出信号が“1”となり、シーケンス回路14に入力される。シーケンス回路14では、停電検出用接点信号が“1”となるか、低電圧検出信号が“1”となった場合、停電検出中信号が“1”となる。第1および第2のスイッチ手段18、19によって周波数指令を0に切り替え、減速時間を設定された停電検出中の減速時間に切り替えると同時に停電検出時の出力周波数を停電前の出力周波数記憶回路21に記憶する。交流電動機2を駆動制御する電力変換器1を通常運転状態から減速モードに変更させた場合、交流電動機の減速量に対応する回転エネルギーは、インバータ部13を経由する回生電力となって直流中間回路をなす平滑用コンデンサ12を充電し、その端子電圧を上昇させる。

また、停電検出中信号が“1”になると、電圧検出回路6より検出した直流中間電圧 $V_{PN}$ が入力電圧の設定値 $\times 1.35$ になるように直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルと直流中間電圧の変化率を見ながら加減速時間制御回路15は減速レートをPI制御する。このようにして、交流電動機2の回転速度は、急激に低下することなく緩やかな低下にとどまり、瞬時の停電中に電動機を運転継続することになる。そして、直流中間電圧 $V_{PN}$ の上昇を検出するか、または直流中間電圧 $V_{PN}$ が停電検出前の電圧より上昇すると減速を停止する。インバータ部13の交流電源の瞬時停電が回復すると、電磁接触器8の停電検出用接点8aが閉でかつ、直流中間電圧 $V_{PN}$ が低電圧検出レベル以上になり、通常運転に復帰する処理を行う。ソフトスタータから出力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致するまでは、加減速時間設定器10からの停電復帰後の加速時間で運転される。ソフトスタータから出力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致すると、通常設定された加減速時間で周波数設定値まで加速又は、減速する駆動制御を実行することになる。このようにして、停電検出時の交流電動機を運転継続することを特徴としている。

#### 実施例 4

[0031] 図6は本発明における交流電動機の制御装置の第4の実施形態の構成を示すブロック図である。

図6において、本実施形態における交流電動機の制御装置は、三相交流電源(図示せず)から電磁接触器8を介して供給される三相交流をパワー素子により直流電圧に変換するコンバータ部11と変換した電圧を平滑するための平滑コンデンサ12と直流中間電圧をPWM制御方式により任意の周波数と電圧の交流に変換するインバータ部13から構成される電力変換器1と、インバータ部13から出力される交流により駆動される交流電動機2と、任意のトルク指令に対して、予め設定しておいた電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値の間になるようにトルク指令を制限するトルクリミット回路3と、トルクリミット回路3から出力されたトルク指令通りにトルクが出力されるような電圧指令を演算して出力する電圧指令演算回路4と、電圧指令演算回路4の出力から、電力変換器1のスイッチングパターンを決定するスイッチングパターン発



生回路5と、平滑コンデンサ12の電圧である直流中間電圧 $V_{PN}$ を検出する電圧検出回路6と、電圧検出回路6の出力値する直流中間電圧 $V_{PN}$ から、電動側のトルクリミット値 $T_L$ および回生側のトルクリミット値 $T_{GL}$ を演算し、トルクリミット回路3に設定しておくトルクリミット値演算回路7と、出力周波数を設定する周波数設定器9と、交流電動機2を停止状態から最高出力周波数まで加減速する際の加減速時間を設定する加減速時間設定器10と、電磁接触器8の停電検出用接点8aによる停電検出信号に基づいて停電を検出し停電検出中の減速時間と周波数指令を設定するシーケンス回路14と、停電検出中にPI制御で直流中間電圧 $V_{PN}$ が一定になるように減速時間を制御することと停電復帰後の加速時間を制御する加減速時間制御回路15と、設定された加減速時間で出力周波数の加減速を行うソフトスタータ16と、このソフトスタータ16から出力される周波数に基づいてトルク指令を出力する速度制御回路17とを備えている。

図5は第3の実施形態における停電検出中の加減速時間と周波数指令を選択するシーケンス回路のブロック図である。図5において20は第3のスイッチ手段、21は停電前の出力周波数記憶回路、22はエッジトリガ検出回路、23および24はOR回路、25および26は比較器である。

シーケンス回路14は、図5に示すように、電圧検出回路6からの低電圧検出出力(直流中間電圧 $V_{PN}$ が、設定されたUVレベル1よりも低いときに出力)あるいは電磁接触器8の停電検出用接点8aからの停電検出出力に基づき出力される停電検出中信号により、第1のスイッチ手段18は周波数設定器9からの通常の周波数指令と停電時の周波数指令を切り替えてソフトスタータ16に出力し、第2のスイッチ手段19は加減速時間設定器10からの通常の減速時間と停電検出中の減速時間を選択して加減速時間制御回路15に出力するようになっている。また、エッジトリガ検出回路22は前記停電検出中信号が“0”から“1”に立ち上がる瞬間を検出し、停電前の出力周波数記憶回路21は前記エッジトリガ検出回路22が停電を検出したときの出力周波数を記憶する。第3のスイッチ手段20は前記停電検出中信号が“1”の間と停電検出信号が“0”となり、ソフトスタータから出力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致するまでは、加減速時間設定器10から

の通常の加速時間と停電復帰後の加速時間を選択して加減速時間制御回路15に出力するようになっている。

次に、本実施形態の交流電動機の制御装置における停電検出中の運転継続制御方法について説明する。

いま、交流電源の瞬時停電が発生すると、電磁接触器8(図6)が開になり停電検出用接点が“1”となるか、又は平滑コンデンサ12の直流中間電圧がUVレベル $1V_{UV1}$ 以下になり直流中間電圧を検出する電圧検出回路6は停電を検出する。停電を検出すると、図5に示すように、停電検出用接点信号が“1”となるか、または電圧検出回路6の検出した直流中間電圧 $V_{PN}$ で検出した低電圧検出信号が“1”となり、シーケンス回路14に入力される。シーケンス回路14では、停電検出用接点信号が“1”となるか、低電圧検出信号が“1”となった場合、停電検出中信号が“1”となる。第1および第2のスイッチ手段18, 19によって周波数指令を0に切り替え、減速時間を設定された停電検出中の減速時間に切り替えると同時に停電検出時の出力周波数を停電前の出力周波数記憶回路21に記憶する。交流電動機2を駆動制御する電力変換器1を通常運転状態から減速モードに変更させた場合、交流電動機の減速量に対応する回転エネルギーは、インバータ部13を経由する回生電力となって直流中間回路をなす平滑用コンデンサ12を充電し、その端子電圧を上昇させる。

また、停電検出中信号が“1”になると、電圧検出回路6より検出した直流中間電圧 $V_{PN}$ が入力電圧の設定値 $\times 1.35$ になるように直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルと直流中間電圧の変化率を見ながら加減速時間制御回路15は減速レートをPI制御する。このようにして、交流電動機2の回転速度は、急激に低下することなく緩やかな低下にとどまり、瞬時の停電中に電動機を運転継続することになる。そして、直流中間電圧 $V_{PN}$ の上昇を検出するか、または直流中間電圧 $V_{PN}$ が停電検出前の電圧より上昇すると減速を停止する。インバータ部13の交流電源の瞬時停電が回復すると、電磁接触器8の停電検出用接点8aが閉でかつ、直流中間電圧 $V_{PN}$ が低電圧検出レベル以上になり、通常運転に復帰する処理を行う。ソフトスタータから出力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致するまでは、加減速時間設定器10からの停電復帰後の加速時間で運転される。ソフトスタータから出

力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致すると、通常設定された加減速時間で周波数設定値まで加速又は、減速する駆動制御を実行することになる。このようにして、停電検出時の交流電動機を運転継続することを特徴としている。

### 実施例 5

[0032] 第5の実施形態では、第4の実施形態の機能に追加して、図6のソフトスタータ16から出力された周波数 $F_{out}$ と交流電動機2の速度を一致させるように速度制御回路17はトルク指令 $T_{ref}$ を作成する。このトルク指令に応じて、交流電動機2を制御しようとした場合、負荷のイナーシャの状態や加減速時間制御回路内の減速レート係数やPI制御器の設定値によっては、直流中間電圧が振動的になったり、交流電動機2が停電による減速停止と通常制御による加速を繰り返したりしてスムーズな運転継続ができない。

そこで、停電中信号が“1”の間は図7のような直流中間電圧 $V_{PN}$ とトルクリミット値の関係を定義しておき、直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルに応じて、電動側及び回生側のトルクリミット値を制御する。

すなわち、電動側のトルクリミットは、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{UV1}$ より高い場合には、予め設定しておいた電動側のトルクリミット値 $T_{L0}$ となり、電力変換器1が運転できない第2のUVレベル $V_{UV2}$ 未満の場合、電動トルクを発生しないように電動トルクリミット値を0に設定する。また、 $V_{UV2}$ 以上 $V_{UV1}$ 未満の場合、直流中間電圧 $V_{PN}$ に比例して、電動側トルクリミット値は0から任意に設定したトルクリミット値 $T_{L0}$ に上げる。このように設定することにより、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{UV1}$ より下降するにつれて、漸次電動側のトルクリミット値を絞っていくので、直流中間電圧 $V_{PN}$ が下降するにつれて、さらなる直流中間電圧の下降が抑制される。

また、回生側のトルクリミット値は、直流中間電圧 $V_{dc}$ が第3のUVレベル $V_{UV3}$ よりも低い場合には、予め設定しておいた回生側のトルクリミット値 $T_{GL0}$ となり、第4のUVレベル $V_{UV4}$ 以上の場合、回生トルクを発生しないように回生トルクリミット値を0に設定する。また、 $V_{UV3}$ 以上 $V_{UV4}$ 未満の場合、直流中間電圧 $V_{PN}$ に比例して、回生トルクリミット値は任意に設定したトルクリミット値 $T_{GL0}$ から0に下げる。このように設定することにより

、直流中間電圧 $V_{PN}$ が $V_{UV3}$ より上昇するにつれて、漸次回生側のトルクリミット値を絞っていくので、直流中間電圧 $V_{PN}$ が上昇するにつれて、さらなる直流中間電圧の上昇を抑制する。

このように直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルに応じて、電動側及び回生側のトルクリミット値を設定することでトルク指令を制限できるので、瞬停発生時などに直流中間電圧 $V_{PN}$ を安定に制御でき、スムーズな運転継続ができる。

なお、図7では任意の位置に第3のUVレベル $V_{UV3}$ を設定したが、第2のUVレベル $V_{UV2}$ と一致させても良い。また、任意の位置に第4のUVレベル $V_{UV4}$ を設定したが、第1のUVレベル $V_{UV1}$ と一致させても良い。また、直流中間電圧 $V_{PN}$ に比例してトルクリミット値が変化するようにしているが、任意の関数を用いても良い。

## 実施例 6

[0033] 図8は本発明における交流電動機の制御装置の第6の実施形態の構成を示すブロック図、図9は第6の実施形態における停電検出中の加減速時間と周波数指令と電動側のトルクリミット値を選択するシーケンス回路である。

図8において、本実施形態における交流電動機の制御装置は、三相交流電源(図示せず)から電磁接触器8を介して供給される三相交流をパワー素子により直流電圧に変換するコンバータ部11と変換した電圧を平滑するための平滑コンデンサ12と直流中間電圧をPWM制御方式により任意の周波数と電圧の交流に変換するインバータ部13から構成される電力変換器1と、インバータ部13から出力される交流により駆動される交流電動機2と、任意のトルク指令に対して、予め設定しておいた電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値の間になるようにトルク指令を制限するトルクリミット回路3と、トルクリミット回路3から出力されたトルク指令通りにトルクが出力されるような電圧指令を演算して出力する電圧指令演算回路4と、電圧指令演算回路4の出力から、電力変換器1のスイッチングパターンを決定するスイッチングパターン発生回路5と、平滑コンデンサ12の電圧である直流中間電圧 $V_{PN}$ を検出する電圧検出回路6と、電圧検出回路6の出力値する直流中間電圧 $V_{PN}$ 及からの演算及びシーケンス回路14から出力される電動側のトルクリミット値 $T_L$ および回生側のトルクリミット値 $T_{GL}$ をトルクリミット回路3に設定しておくトルクリミット値演算回路7と、出力周波数を設

定する周波数設定器9と、交流電動機2を停止状態から最高出力周波数まで加減速する際の加減速時間を設定する加減速時間設定器10と、電磁接触器8の停電検出用接点8aによる停電検出信号に基づいて停電を検出し停電検出中の減速時間と周波数指令を設定するシーケンス回路14と、停電検出中にPI制御で直流中間電圧 $V_{PN}$ が一定になるように減速時間を制御する加減速時間制御回路15と、設定された加減速時間で出力周波数の加減速を行うソフトスタータ16と、このソフトスタータ16から出力される周波数に基づいてトルク指令を出力する速度制御回路17とを備えている。

シーケンス回路14は、図9に示すように、電圧検出回路6からの低電圧検出出力(直流中間電圧 $V_{PN}$ が、設定されたUVレベル1よりも低いときに出力)あるいは電磁接触器8の停電検出用接点8aからの停電検出出力に基づき出力される停電検出中信号により、第1のスイッチ手段18は周波数設定器9からの通常の周波数指令と停電時の周波数指令を切り替えてソフトスタータ16に出力し、第2のスイッチ手段19は加減速時間設定器10からの通常の減速時間と停電検出中の減速時間を選択して加減速時間制御回路15に出力するようになっている。また、エッジトリガ検出回路22は前記停電検出中信号が“0”から“1”に立ち上がる瞬間を検出し、停電前の出力周波数記憶回路21は前記エッジトリガ検出回路22が停電を検出したときの出力周波数を記憶する。第3のスイッチ手段20は前記停電検出中信号が“1”の間と停電検出信号が“0”となり、ソフトスタータから出力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致するまでは、電動側のトルクリミット値を通常の電動側のトルクリミット値と停電復帰後の電動側のトルクリミット値を選択してトルクリミット値演算回路7に出力するようになっている。なお、図9において23、24はOR回路、25、26は比較器である。

次に、本実施形態の交流電動機の制御装置における停電検出中の運転継続制御方法について説明する。

いま、交流電源の瞬時停電が発生すると、電磁接触器8(図8)が開になり停電検出用接点が“1”となるか、又は平滑コンデンサ12の直流中間電圧がUVレベル $1V_{UV1}$ 以下になり直流中間電圧を検出する電圧検出回路6は停電を検出する。停電を検出

すると、図9に示すように、停電検出用接点信号が“1”となるか、または電圧検出回路6の検出した直流中間電圧 $V_{PN}$ で検出した低電圧検出信号が“1”となり、シーケンス回路14に入力される。シーケンス回路14では、停電検出用接点信号が“1”となるか、低電圧検出信号が“1”となった場合、停電検出中信号が“1”となる。第1および第2のスイッチ手段18, 19によって周波数指令を0に切り替え、減速時間を設定された停電検出中の減速時間に切り替えると同時に停電検出時の出力周波数を停電前の出力周波数記憶回路21に記憶する。交流電動機2を駆動制御する電力変換器1を通常運転状態から減速モードに変更させた場合、交流電動機の減速量に対応する回転エネルギーは、インバータ部13を経由する回生電力となって直流中間回路をなす平滑用コンデンサ12を充電し、その端子電圧を上昇させる。また、停電検出中信号が“1”になると、電圧検出回路6より検出した直流中間電圧 $V_{PN}$ が入力電圧の設定値 $\times 1.35$ になるように直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルと直流中間電圧の変化率を見ながら加減速時間制御回路15は減速レートをPI制御する。このようにして、交流電動機2の回転速度は、急激に低下することなく緩やかな低下にとどまり、瞬時の停電中に電動機を運転継続することになる。そして、直流中間電圧 $V_{PN}$ の上昇を検出するか、または直流中間電圧 $V_{PN}$ が停電検出前の電圧より上昇すると減速を停止する。インバータ部13の交流電源の瞬時停電が回復すると、電磁接触器8の停電検出用接点8aが閉でかつ、直流中間電圧 $V_{PN}$ が低電圧検出レベル以上になり、通常運転に復帰する処理を行う。ソフトスタータから出力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致するまでは、電動側のトルクリミット値を停電復帰後の電動側のトルクリミット値として選択してトルクリミット値演算回路7に出力する。トルクリミット値演算回路7では、図7のような直流中間電圧 $V_{PN}$ とトルクリミット値の関係を定義しておき、直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルに応じて、電動側及び回生側のトルクリミット値を制御するので、シーケンス回路14から出力された電動側トルクリミット値と直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルから決まる電動側トルクリミット値の小さい方で運転される。ソフトスタータから出力される出力周波数が前記停電前の出力周波数記憶回路21に記憶された出力周波数と一致すると、通常設定されたトルクリミット値と直流中間電圧 $V_{PN}$ のレベルから決まる電動側トルクリミット値の小さい方で、周波数設定値

まで加速又は、減速する駆動制御を実行することになる。このようにして、停電検出時の交流電動機を運転継続することを特徴としている。

#### 産業上の利用可能性

- [0034] 本発明は、瞬停時において交流電動機を運転継続させることができる。直流中間電圧のレベル(平滑コンデンサ12)に応じて、電動側のトルクリミット値及び回生側のトルクリミット値を設定することで、トルク指令を制限することにより、回生抵抗または回生エネルギーを電源に返還するための装置を用いずに、直流中間電圧を一定に制御でき、瞬停時においても交流電動機を安定に運転継続することができる。例えば、繊維機械において複数のモータの速度関係が一定になるように速度制御し、瞬時停電時のフリーラン(惰走)による糸切れを防止することができる。

### 請求の範囲

- [1] 交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する平滑コンデンサと直流中間電圧をPWM制御によりトルク指令に応じた周波数と電圧の交流に変換するインバータ部とからなる電力変換器と、予め、電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値とを設定し、これらのトルクリミット値で前記トルク指令を制限し、前記インバータ部へのPWMスイッチングパターンを生成して前記交流電動機を制御する交流電動機の制御方法において、
- 前記電力変換器に設けた停電検出手段により交流電源の停電を検出し、前記停電検出手段からの停電検出信号によりインバータ部に減速開始指令を出力し、交流電動機の減速中は直流中間電圧が一定となるように直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し、直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算し、前記2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御し、前記減速時間に追従して減速するようにトルク指令を演算し、直流中間電圧検出値の大きさに応じて、前記電動側及び回生側のトルクリミット値の大きさを変化させ、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする交流電動機の制御方法。
- [2] 停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする請求項1記載の交流電動機の制御方法。
- [3] 停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた電動側のトルクリミット値で前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限することを特徴とする請求項1記載の交流電動機の制御方法。
- [4] 交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する平滑コンデンサと直流中間電圧をPWM制御によりトルク指令に応じた周波数と電圧の交流に変換するインバータ部とからなる電力変換器と、予め、



電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値とを設定し、これらのトルクリミット値で前記トルク指令を制限し、前記インバータ部へのPWMスイッチングパターンを生成して前記交流電動機を制御する交流電動機の制御装置において、

交流電源の停電を検出する停電検出手段と、前記停電検出手段からの停電検出信号によりインバータ部に減速開始指令を出力し、交流電動機の減速中は直流中間電圧が一定となるように直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し、直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算する手段と、前記2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御する手段と、前記減速時間に追従して減速するようにトルク指令を演算し、直流中間電圧検出値の大きさに応じて、前記電動側及び回生側のトルクリミット値の大きさを変化させる手段と、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると減速を停止する手段と、通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶する手段とからなることを特徴とする交流電動機の制御装置。

[5] 停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする請求項4記載の交流電動機の制御装置。

[6] 停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた電動側のトルクリミット値で前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限することを特徴とする請求項4記載の交流電動機の制御装置。

[7] 交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する平滑コンデンサと直流中間電圧をPWM制御によりトルク指令に応じた周波数と電圧の交流に変換するインバータ部とからなる電力変換器と、

予め、電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値とを設定し、これらのトルクリミット値で前記トルク指令を制限し、前記インバータ部へのPWMスイッチングパターンを生成し、通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{U1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{U0}$ と、前記下限

許容電圧 $V_{u0}$ より低く前記電圧値下限 $V_{u1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ とを各々設定し、前記交流電動機運転中に前記直流中間電圧検出回路からの前記直流中間電圧の検出値が前記停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ より低くなった時に前記交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰するシーケンスで交流電動機を制御する交流電動機の制御方法において、

前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶することを特徴とする交流電動機の制御方法。

- [8] 前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする請求項7記載の交流電動機の制御方法。

- [9] 前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた電動側のトルクリミット値で前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限することを特徴とする請求項7記載の交流電動機の制御方法。

- [10] 交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する平滑コンデンサと直流中間電圧をPWM制御によりトルク指令に応じた周波数と電圧の交流に変換するインバータ部とからなる電力変換器と、予め、電動側のトルクリミット値と回生側のトルクリミット値とを設定し、これらのトルクリミット値で前記トルク指令を制限し、前記インバータ部へのPWMスイッチングパターンを生成し、通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{u1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{u0}$ と、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ より低く前記電圧値下限 $V_{u1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ とを各々設定し、前記交流電動機運転中に前記直流中間電圧検出回路からの前記直流中間電圧の検出値が前記停電検出レベル電圧 $V_{u2}$ より低くなった時に前記交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰するシーケンスで交流電動機を制御する交流電動機の制御装置において、

前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶する記憶手段を備えることを特徴とする交流電動機の制御装置。

- [11] 前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする請求項10記載の交流電動機の制御装置。
- [12] 前記下限許容電圧 $V_{u0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた電動側のトルクリミット値で前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限することを特徴とする請求項10記載の交流電動機の制御装置。
- [13] 前記電力変換器に交流電源の停電を検出する停電検出手段を設け、この停電検出手段からの停電検出信号によりインバータ部に減速開始指令を出力し、交流電動機の減速中は直流中間電圧が一定となるように、直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し、直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算し、前記2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御し、停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰することを特徴とする交流電動機の制御方法において、  
停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする交流電動機の制御方法。
- [14] 停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする請求項13記載の交流電動機の制御方法。
- [15] 前記電力変換器に交流電源の停電を検出する停電検出手段を設け、この停電検出手段からの停電検出信号によりインバータ部に減速開始指令を出力し、交流電動機の減速中は直流中間電圧が一定となるように、直流中間電圧の目標値と検出値より減速レート1を演算し、直流中間電圧の変化率より減速レート2を演算し、前記2つの減速レートを乗じた値をPI制御することにより減速時間を制御し、停電検出前の電

圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰するように前記減速時間に追従して減速するようにトルク指令を演算し、直流中間電圧検出値の大きさに応じて、前記電動側及び回生側のトルクリミット値の大きさを変化させ、前記トルク指令を前記トルクリミット手段で制限する交流電動機の制御装置において、

停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする交流電動機の制御装置。

- [16] 停電検出前の電圧になるか減速中に直流中間電圧が上昇すると、減速を停止し、通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする請求項15記載の交流電動機の制御装置。

- [17] 通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{U1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{U0}$ と、前記下限許容電圧 $V_{U0}$ より低く前記電圧値下限 $V_{U1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ とを各々設定し、前記交流電動機運転中に前記直流中間電圧検出回路からの前記直流中間電圧の検出値が前記停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ より低くなった時に前記交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で前記下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰するシーケンスで交流電動機を制御する交流電動機の制御方法において、

前記下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする交流電動機の制御方法。

- [18] 前記下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする請求項17記載の交流電動機の制御方法。

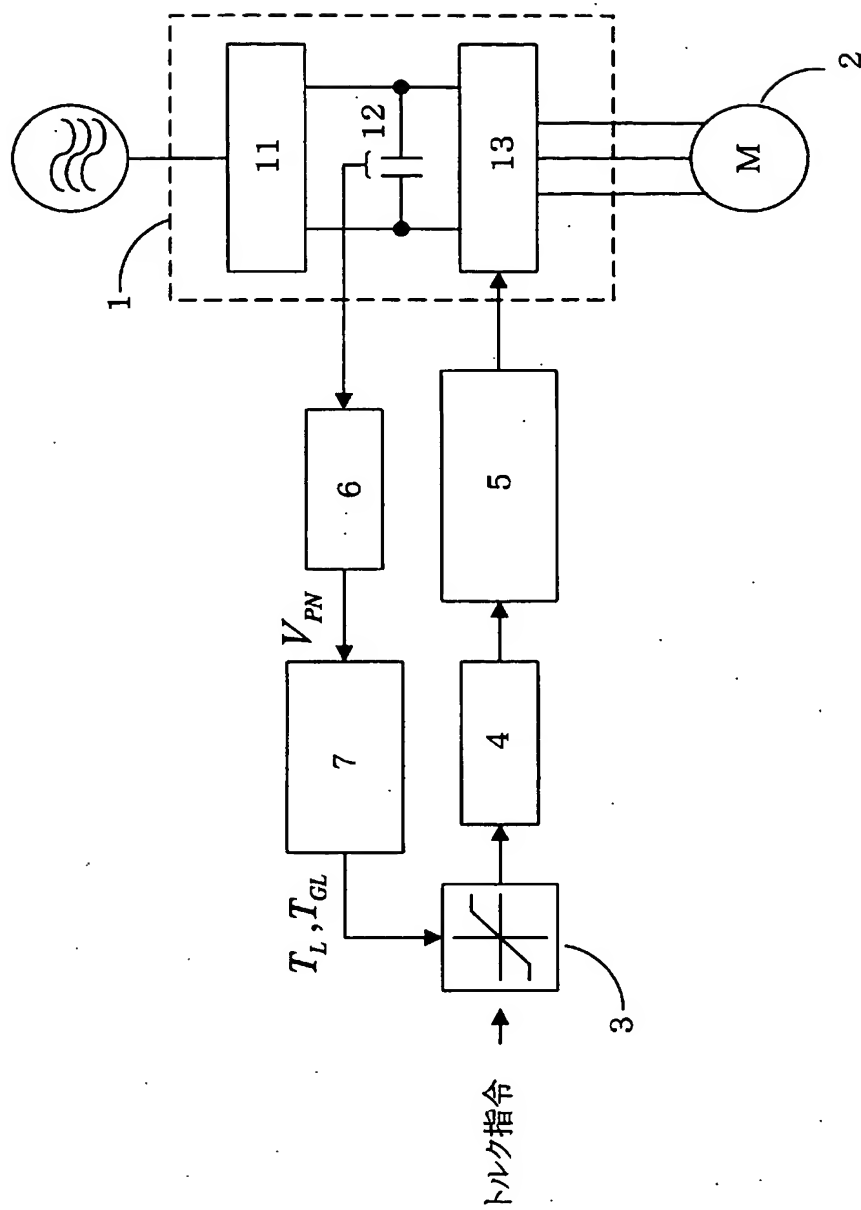
- [19] 通常運転が可能な直流中間電圧の電圧値下限 $V_{U1}$ と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流中間電圧の下限許容電圧 $V_{U0}$ と、前記下限許容電圧 $V_{U0}$ より低く前記電圧値下限 $V_{U1}$ より高い停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ とを各々設定し、前

記交流電動機運転中に前記直流中間電圧検出回路からの前記直流中間電圧の検出値が前記停電検出レベル電圧 $V_{U2}$ より低くなった時に前記交流電動機を設定した減速レート $\alpha_d$ で前記下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰するシーケンス手段を備えた交流電動機の制御装置において、

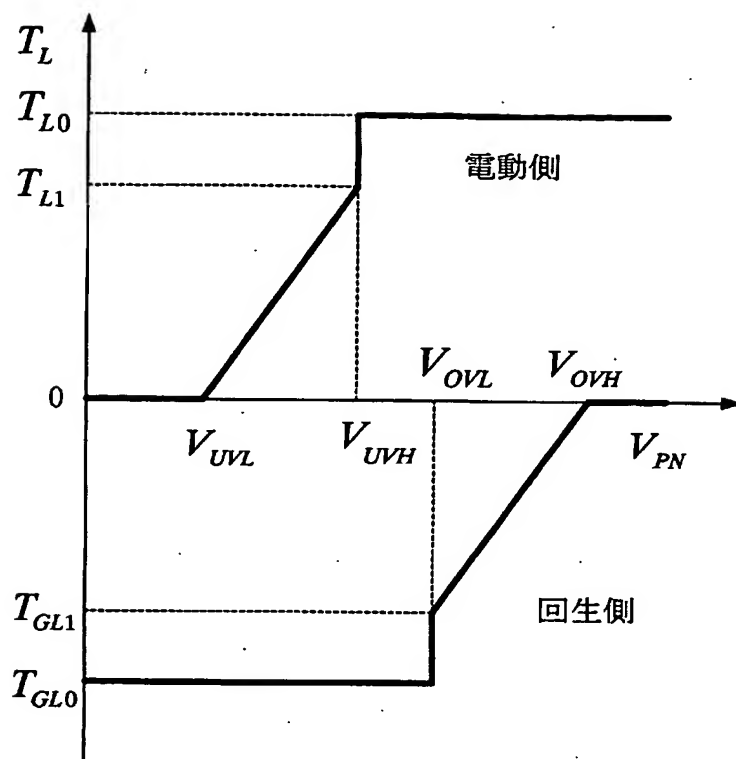
前記下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、停電検出前の出力周波数を記憶しておくことを特徴とする交流電動機の制御装置。

- [20] 前記下限許容電圧 $V_{U0}$ を越えた時に通常制御に復帰する際に、前記記憶しておいた停電検出前の出力周波数に一致するまでは任意に与えられた加速時間で加速することを特徴とする請求項19記載の交流電動機の制御装置。

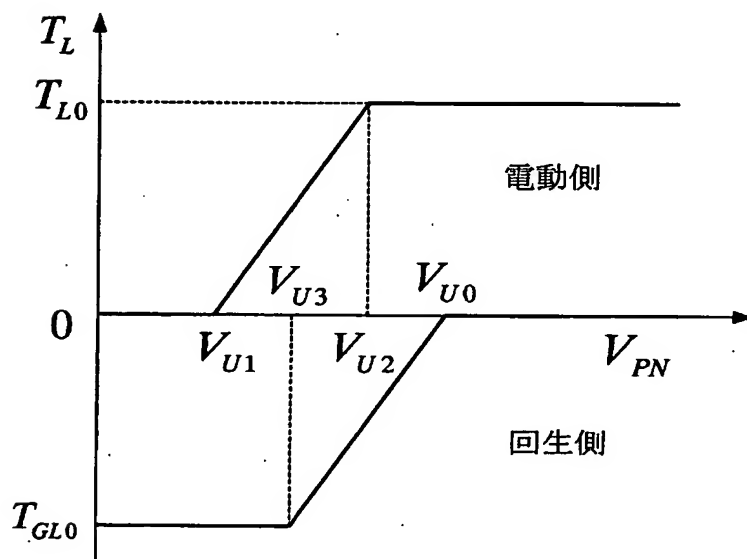
[図1]



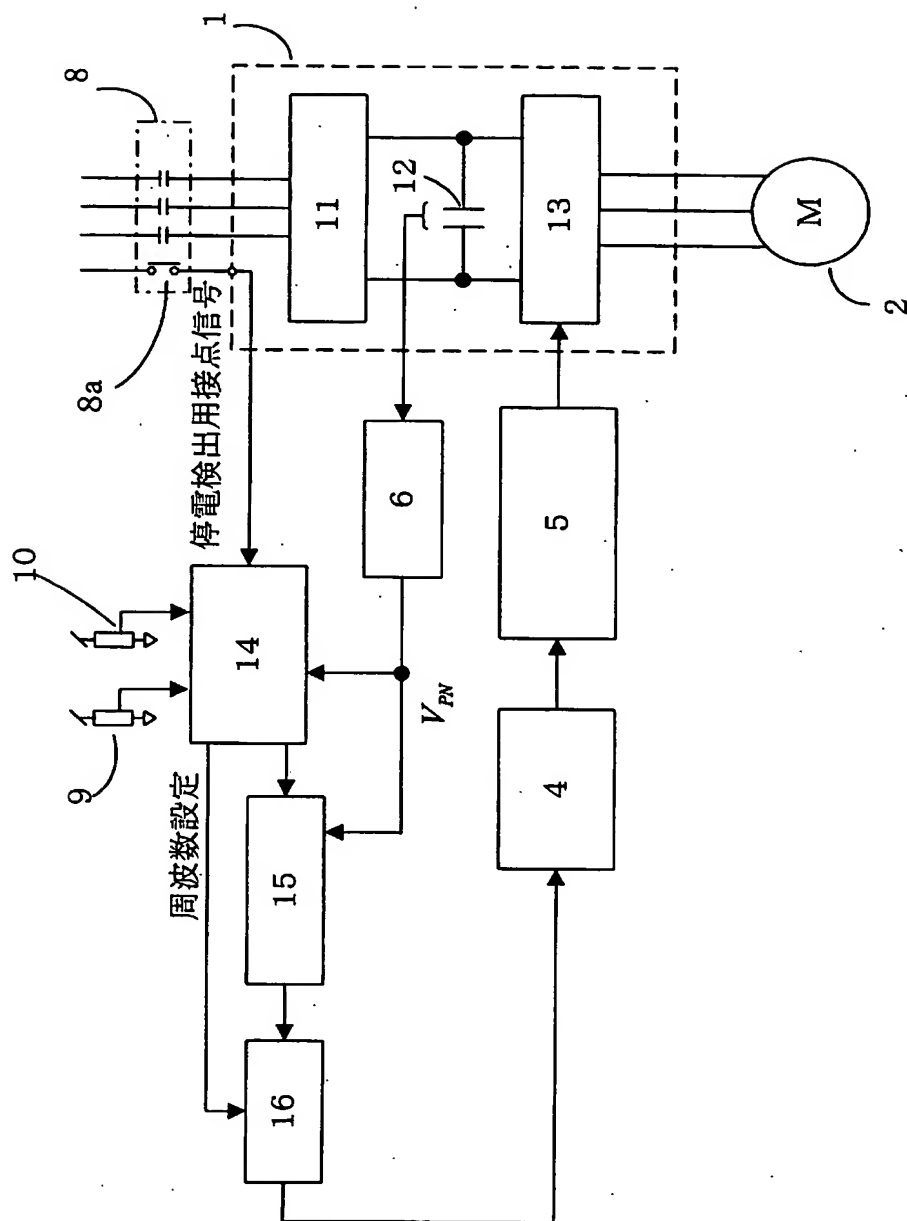
[図2]



[図3]

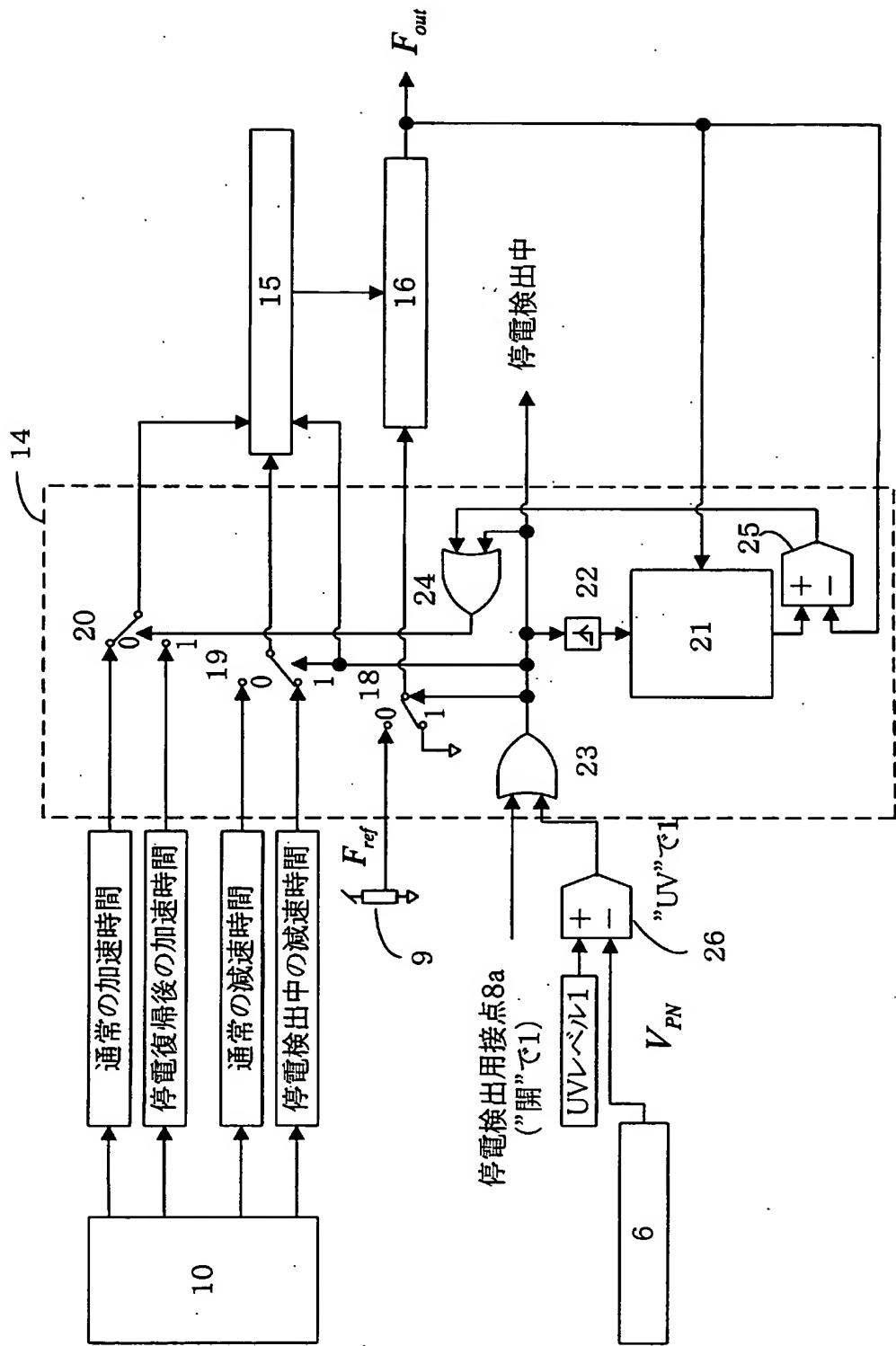


[図4]

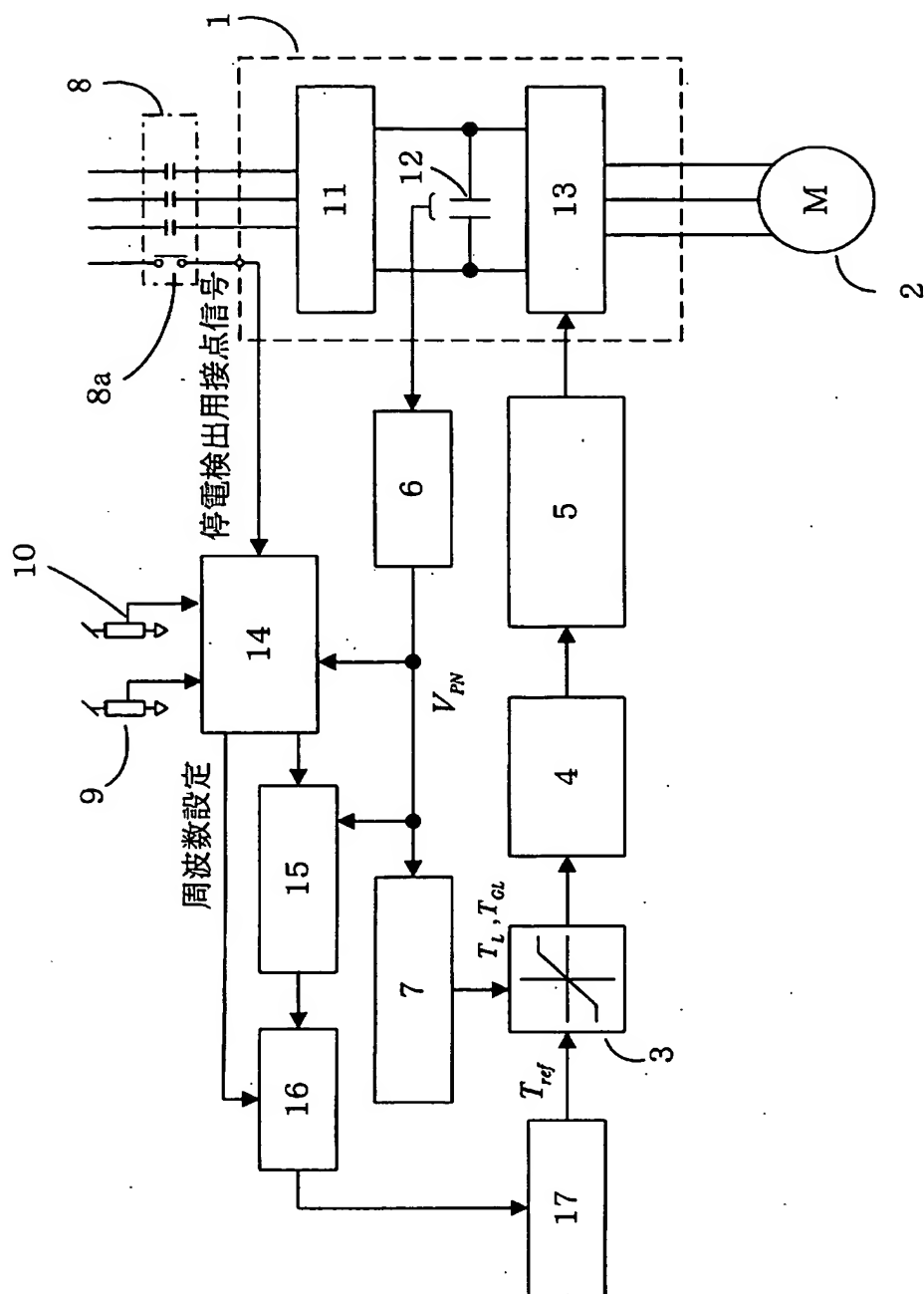




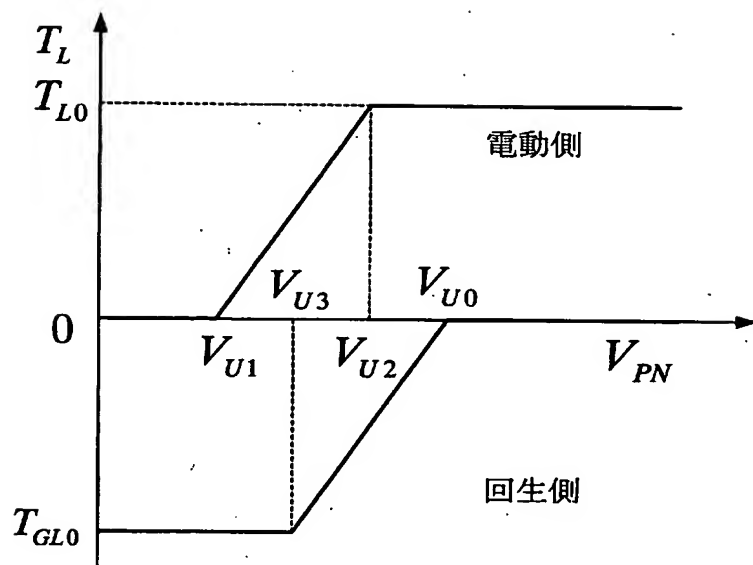
[図5]



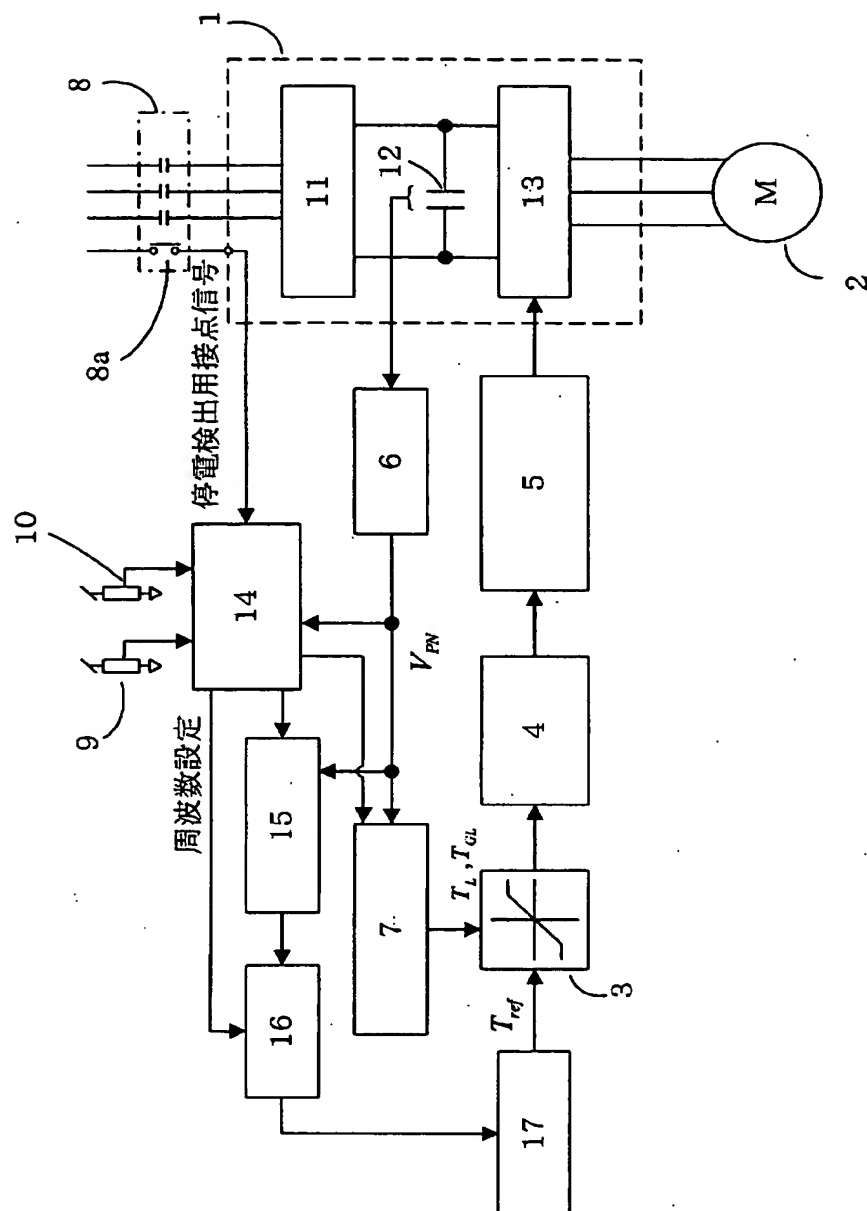
[図6]



[図7]



[図8]



[図9]

